

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：土木基礎数学 1

(解答はこれより下に記入すること。)

(1) 行列 A が以下の通り与えられている.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ -3 & 2 & 5 \\ -1 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

(i) 行列 A の固有値と固有値に対する固有ベクトルをすべて求めよ.

$$\det(A - \lambda I) = -\lambda^3 + 5\lambda^2 + 2\lambda - 24 = -(\lambda + 2)(\lambda - 3)(\lambda - 4) = 0$$

よって A の固有値は $\lambda_1 = -2, \lambda_2 = 3, \lambda_3 = 4$. それぞれに対応する固有ベクトルは

$$x_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 7 \\ -5 \end{pmatrix}, x_2 = \begin{pmatrix} 7 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}, x_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

(ii) A の逆行列 A^{-1} を求めよ.

$$|A| = -24$$

$$\text{adj}(A) = \begin{pmatrix} \begin{vmatrix} 2 & 5 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} -3 & 5 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} -3 & 2 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} \\ -\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 5 \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 5 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -11 & 1 & -7 \\ 4 & 4 & -4 \\ 1 & -11 & 5 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -11 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & -11 \\ -7 & -4 & 5 \end{pmatrix}$$

したがって

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|} \text{adj}(A) = \frac{1}{-24} \begin{pmatrix} 11 & -4 & -1 \\ -1 & -4 & 11 \\ 7 & 4 & -5 \end{pmatrix}$$

(2) 3点 A (4, 1, 4), B (0, 2, 1), C (3, 0, 0) を通る平面の方程式を求めよ.

$$\overrightarrow{AB} = (-4, 1, -3)$$

$$\overrightarrow{AC} = (-1, -1, -4)$$

これらのベクトルの外積が平面 ABC の法線ベクトルとなり,

$$\vec{n} = \overrightarrow{AB} \times \overrightarrow{AC}$$

で与えられる.

$$\vec{n} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ -4 & 1 & -3 \\ -1 & -1 & -4 \end{vmatrix} = -7\mathbf{i} - 13\mathbf{j} + 5\mathbf{k} = (-7, -13, 5)$$

平面の方程式は

$$-7(x - 4) - 13(y - 1) + 5(z - 4) = 0$$

整理すると

$$-7x - 13y + 5z + 21 = 0$$

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：土木基礎数学 2

(解答はこれより下に記入すること。)

(1) 微分方程式 $y'' - 3y' + 3y = e^x$ の解を求めよ。

まず同次方程式 $y'' - 3y' + 3y = 0$ を解くと

$$r^2 - 3r + 3 = 0$$

$$r = \frac{3 \pm \sqrt{9 - 12}}{2} = \frac{3 \pm i\sqrt{3}}{2}$$

したがって同次解は

$$y_h = e^{\frac{3}{2}x} \left(C_1 \cos \frac{\sqrt{3}}{2}x + C_2 \sin \frac{\sqrt{3}}{2}x \right)$$

次に特殊解を $y_p = Ae^x$ とおくと、

$$y'' - 3y' + 3y = e^x$$

$$Ae^x - 3Ae^x + 3Ae^x = e^x$$

$$Ae^x = e^x$$

$$A = 1$$

したがって

$$y_p = e^x$$

$$\text{よって一般解は } y = e^{\frac{3}{2}x} \left(C_1 \cos \frac{\sqrt{3}}{2}x + C_2 \sin \frac{\sqrt{3}}{2}x \right) + e^x$$

(2) $3x^2 + y^3 - 6xy$ の全微分を求めよ。

$$f(x, y) = 3x^2 + y^3 - 6xy$$

$$f_x = 6x - 6y, f_y = 3y^2 - 6x$$

$$df = (6x - 6y) dx + (3y^2 - 6x) dy$$

(3) 次の微分方程式を解け.

$$y' = -\frac{8x + 4y}{(2x + y + 1)^2}$$

$v = 2x + y$ とおくと $v' = 2 + y'$ なので, 整理すると

$$v' = \frac{2(v^2 + 1)}{(v + 1)^2}$$

変数分離して積分すると

$$\int \left(1 + \frac{2v}{v^2 + 1}\right) dv = \int 2dx$$

$$v + \ln(v^2 + 1) = 2x + C$$

$v = 2x + y$ に戻して

$$y + \ln((2x + y)^2 + 1) = C$$

※ $((2x + y)^2 + 1)e^y = A$ でも正解

(4) $x^2 + y^2 \leq 9$ と $y^2 + z^2 \leq 9$ の共通部分の体積を求めよ.

固定した y に対して考えると,

$$-\sqrt{9 - y^2} \leq x \leq \sqrt{9 - y^2}$$

$$-\sqrt{9 - y^2} \leq z \leq \sqrt{9 - y^2}$$

したがって, 断面は一辺 $2\sqrt{9 - y^2}$ の正方形となる. よって体積 V は

$$V = \int_{-3}^3 4(9 - y^2) dy$$

$$= 4 \left[9y - \frac{y^3}{3} \right]_{-3}^3$$

$$= 4(27 - 9) - 4(-27 + 9)$$

$$= 4(36)$$

$$= 144$$

令和9年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

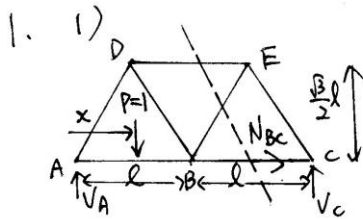
氏名

受験番号

問題番号：構造工学1

(解答はこれより下に記入すること。)

- 1) 図1に示すトラス構造に関して、下向きの集中荷重が支点AからCに向けて下弦材上を間接荷重として移動する時、部材BCの部材力の影響線関数を求め、影響線図を図示しなさい。



支点反力 V_A, V_C の影響線関数
 $V_A = 1 - \frac{x}{2l}$, $V_C = \frac{x}{2l}$

① $0 \leq x < l$

$$\sum M(E) = \frac{3l}{2} V_A - 1 \times (\frac{3l}{2} - x) - \frac{\sqrt{3}l}{2} N_{BC} = 0$$

$$\frac{\sqrt{3}l}{2} N_{BC} = \frac{3l}{2} (1 - \frac{x}{2l}) - \frac{3l}{2} + x = \frac{x}{4}$$

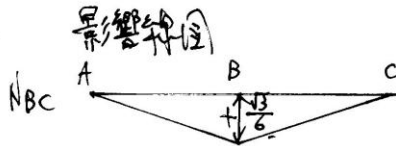
$$\therefore N_{BC} = \frac{x}{4} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}l} = \frac{x}{2\sqrt{3}l} = \frac{\sqrt{3}x}{6l} \quad (0 \sim \frac{\sqrt{3}}{6})$$

② $l \leq x \leq 2l$

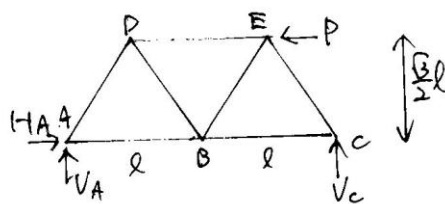
$$\sum M(E) = \frac{3l}{2} V_A - (2 - \frac{x}{l}) \cdot \frac{l}{2} - \frac{\sqrt{3}l}{2} N_{BC} = 0$$

$$\frac{\sqrt{3}l}{2} N_{BC} = \frac{3l}{2} (1 - \frac{x}{2l}) - l + \frac{x}{2} = \frac{l}{2} - \frac{x}{4} = \frac{2l - x}{4}$$

$$\therefore N_{BC} = \frac{2}{\sqrt{3}l} \cdot \frac{2l - x}{4} = \frac{2l - x}{2\sqrt{3}l} = \frac{\sqrt{3}(2l - x)}{6l} \quad (\frac{\sqrt{3}}{6} \sim 0)$$



- 2) 図2に示すように、節点Eに大きさPの集中荷重が左向きに作用する。このとき、支点反力 H_A, V_A, V_C および部材AB、DEの部材力を求めなさい。



支反力 V_A, V_C, H_A

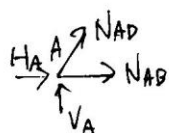
$$\sum V = V_A + V_C = 0$$

$$\sum H = H_A - P = 0$$

$$\sum M_A = -\frac{\sqrt{3}}{2}Pl - 2lV_C = 0$$

$\therefore H_A = P, V_A = \frac{\sqrt{3}}{4}P, V_C = -\frac{\sqrt{3}}{4}P$

部材力 N_{AB}



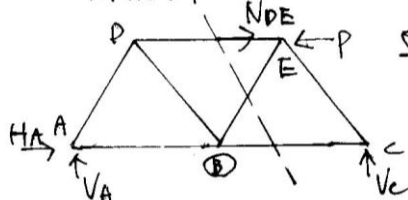
$$\sum H = H_A + N_{AB} \frac{1}{2} + N_{AB} = 0$$

$$\sum V = N_{AD} \frac{\sqrt{3}}{2} + V_A = 0$$

$$\therefore N_{AB} = -H_A - \frac{N_{AD}}{2} = -P - \frac{1}{2} \left(-\frac{P}{2} \right) = -\frac{3}{4}P$$

$$N_{AD} = -\frac{2}{\sqrt{3}}V_A = -\frac{P}{2}$$

部材力 N_{DE}



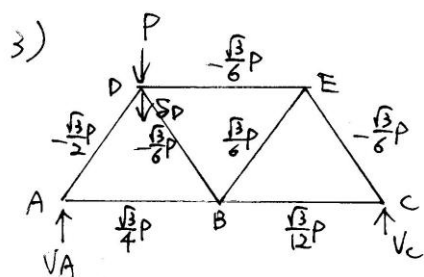
$$\sum M_B = V_A l + N_{DE} \frac{\sqrt{3}}{2} l = 0$$

$$\therefore N_{DE} = -\frac{2}{\sqrt{3}}V_A = -\frac{P}{2}$$

3. 図3の载荷状態において部材力が、 $N_{AD} = -\frac{\sqrt{3}}{2}P$ 、 $N_{AB} = \frac{\sqrt{3}}{4}P$ 、 $N_{BD} = -\frac{\sqrt{3}}{6}P$ 、 $N_{DE} = -\frac{\sqrt{3}}{6}P$ 、

$N_{BE} = \frac{\sqrt{3}}{6}P$ 、 $N_{BC} = \frac{\sqrt{3}}{12}P$ 、 $N_{CE} = -\frac{\sqrt{3}}{6}P$ と与えられた時、節点Dの下向きのたわみ量 δ_D を求め

なさい。



荷重荷重 P に応じたひずみエネルギー U は

$$U = \frac{1}{2EA} \left\{ \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}P \right)^2 l + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}P \right)^2 l + \left(-\frac{\sqrt{3}}{6}P \right)^2 l + \left(-\frac{\sqrt{3}}{6}P \right)^2 l + \left(\frac{\sqrt{3}}{6}P \right)^2 l + \left(\frac{\sqrt{3}}{12}P \right)^2 l + \left(-\frac{\sqrt{3}}{6}P \right)^2 l \right\}$$

$$= \frac{P^2 l}{2EA} \left(\frac{3}{4} + \frac{3}{16} + \frac{3}{36} + \frac{3}{36} + \frac{3}{36} + \frac{3}{144} + \frac{3}{36} \right)$$

$$= \frac{P^2 l}{2EA} \left(\frac{3}{4} + \frac{3}{16} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{48} + \frac{1}{12} \right)$$

$$= \frac{P^2 l}{2EA} \times \frac{36+9+4+4+4+1+4}{48} = \frac{P^2 l}{2EA} \frac{62}{48} = \frac{31P^2 l}{48EA}$$

$$\therefore \delta_D = \frac{\partial U}{\partial P} = \frac{31Pl}{24EA}$$

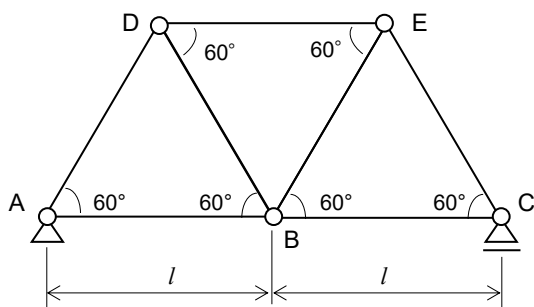


図1 トラス構造

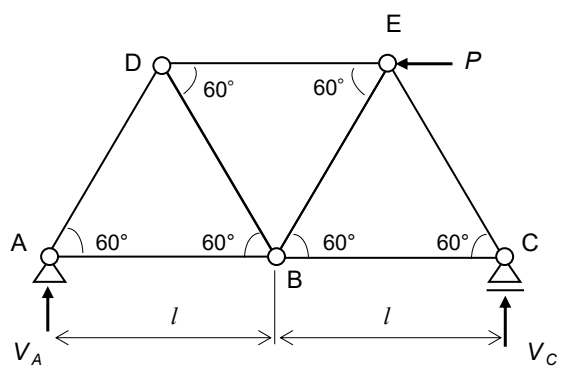


図2 節点 E で集中荷重を受けるトラス構造

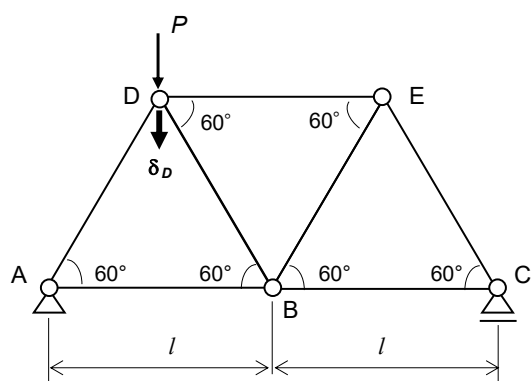


図3 節点 D で集中荷重を受けるトラス構造

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏名

受験番号

問題番号：構造工学 2

(解答はこれより下に記入すること。)

以下の問いに答えなさい。

1. 図 1 に示すような柱部材に作用する軸方向圧縮力 P の大きさを増やしていくと、柱部材が荷重と直角方向に突然に変形する座屈現象（破線の状態）が生じることがある。この現象を図 2 に示すように両端をヒンジ支持された長さ l の柱部材が軸方向圧縮力 P を受けているモデルで考える。軸方向に x 座標、軸直角方向に y 座標を取り、柱の直角方向変位 v と荷重 P による曲げモーメントを梁の弾性方程式にあてはめる。柱部材の弾性係数を E 、 z 軸まわりの断面 2 次モーメントを I_z として、このときの弾性方程式を示しなさい。

$$EI_z \frac{d^2 v}{dx^2} = -Pv$$

2. 1) のように座屈現象を力のつり合い問題として扱う座屈現象のことを「オイラー座屈」と呼び、オイラー座屈が生じる荷重 P の大きさが、 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{l^2}$ と得られる。さらに、これを断面積 A で除することでオイラー座屈応力度が、 $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(l/r)^2}$ となる。ここで、 $r = \sqrt{I_z/A}$ である。また、図 3 は柱部材の設計に用いられる耐荷力曲線の概形を示しており、 σ_y は柱部材の降伏応力度である。このとき、キーワード（弾性、短柱、長柱、細長比、偏心、初期不整）および図 3 をすべて用いて、オイラー座屈に関して説明しなさい。

(解答例)

オイラー座屈とは、力のつり合い問題として不安定現象を捉え、弾性領域を考えていることから弾性座屈とも呼ばれる。オイラー座屈荷重（応力度）の式からも分かるように、座屈荷重は部材の圧縮強度（降伏強度）とは無関係で、部材の材質（弾性係数）、断面性能（断面 2 次モーメント）、柱の長さ（ l ）、境界（支持）条件で決まる。 $r = \sqrt{I_z/A}$ を断面 2 次半径と呼び、細長比 l/r の増大とともに、図 3 の曲線が示すようにオイラー座屈荷重は低下する。細長比の小さい領域では、オイラー座屈応力度が部材の降伏応力度を上回る。

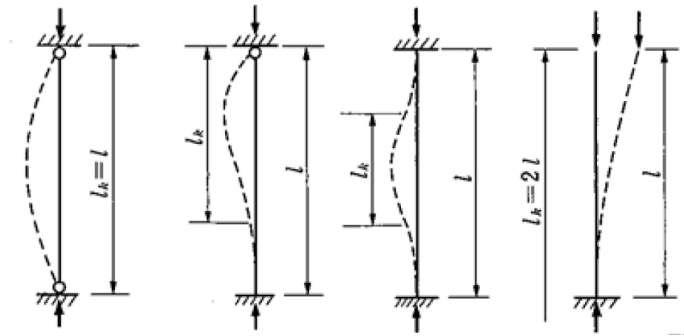
また、オイラー座屈荷重は、力のつり合い問題として導出していることから分かるように、部材軸に偏心や初期不整、残留応力があることで、座屈荷重はさらに低下することとなる。設計ではこれらを勘案し、細長比の小さい領域での短柱では降伏応力度、細長比の大きな長柱ではオイラー座屈応力度によって、柱の耐荷力を規定している

3. オイラー座屈荷重 P_{cr} および応力度 σ_{cr} は、両端ヒンジの支持条件で導かれたものであるが、図 4 に示すような異なる支持条件の柱部材にも「有効座屈長」という概念を取り込むことで当てはめることができる。このとき、有効座屈長について説明するとともに、図 4 に示す異なる支持条件の柱部材の最低次の座屈モードを図示しなさい。

(解答例)

オイラー座屈応力度を表す式、 $\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(l/r)^2}$ において、柱の両端での支持条件に合わせて、部材長 l を $l_k = k \cdot l$ として換算することで、異なる支持条件の柱部材のオイラー座屈荷重を求めることが出来る。このとき、 l_k を有効座屈長と呼ぶ。すなわち、部材の座屈変形部分の長さを有効座屈長が表すこととなる。

(座屈モード)



4) 柱部材の座屈を抑止するための方策を1つ取り上げ、簡単に説明しなさい。

(解答例)

- 端部の支持条件の拘束度を高める（ヒンジ→固定など）
- 断面2次モーメントを大きくするなど、細長比を小さくする（補剛材）
- ブレースの挿入などにより有効座屈長を小さくする



図1 軸方向圧縮力
を受ける柱部材

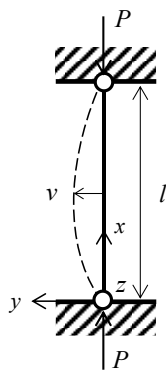


図2 圧縮力を受ける
両端ヒンジ支点の柱部材

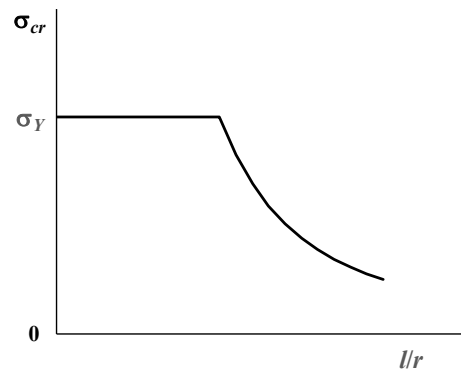
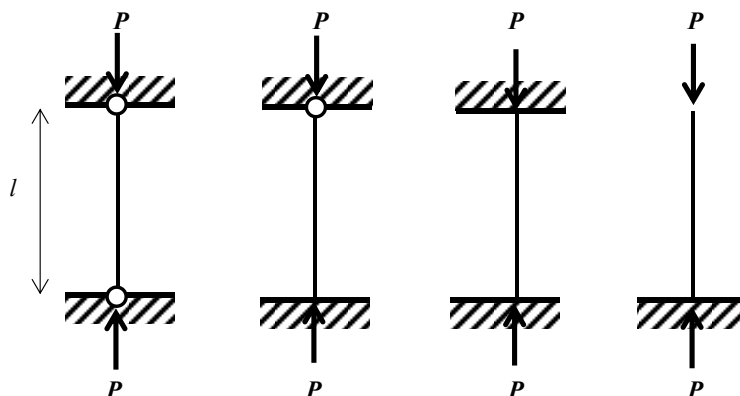


図3 柱部材の耐荷力曲線



(1)両端ヒンジ (2)ヒンジー固定 (3) 固定ー固定 (4)自由端ー固定

図4 異なる支持条件の柱部材

令和9年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏名

受験番号

問題番号：水工学1

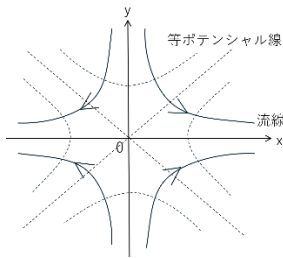
(解答はこれより下に記入すること。)

1.

(1) 速度ポテンシャル $\phi = U(x^2 - y^2)$, 流れ関数 $\psi = 2xyU$.

(2) $u = \frac{\partial \phi}{\partial x} = 2xU, v = \frac{\partial \phi}{\partial y} = -2yU$

(3)



2.

(1) $1.99 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

(2) レイノルズ数相似則より, 原型 (p) と模型 (m) の関係は, $\frac{U_m}{U_p} = \frac{L_p}{L_m} = \frac{1}{S}$. よって, $U_m = \frac{1}{S} U_p$.

また, フルード相似則より, $\frac{U_m}{U_p} = \sqrt{\frac{L_m}{L_p}} = \sqrt{S}$. よって, $U_m = \sqrt{S} U_p$ と記述できる.

同時に成り立つには, $U_m = \frac{1}{S} U_p = \sqrt{S} U_p$ となり, これを満足する S は $S=1$ のみとなる. つまり, 模型実験では両者を満たすことはできない. 等

3.

(1) $\rho_2 = 8\rho_1$

(2) ①: 理想流体 (非粘性・非圧縮性) が流線に沿って流れる際, エネルギー保存則に基づき位置エネルギー + 圧力エネルギー + 運動エネルギーの和が一定になることを示す定理. 等

②: 開水路の流れについて水路底を基準面と考えたときの単位重量の水の全エネルギー. 水深と速度水頭の和で表され, 流れの常流・射流判別や限界水深の計算に必要となる概念. 等

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：水工学 2

(解答はこれより下に記入すること。)

1.

(1) 運動量方程式： $\rho Q(v_2 - v_1) = \frac{1}{2}\rho g B(h_1^2 - h_2^2)$, 連続式： $Q = v_1 h_1 B = v_2 h_2 B$

(2) $\frac{h_2}{h_1} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 8Fr^2}}{2}$

(3) $\Delta E = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1 h_2}$

2.

$$\alpha < 0.98 \text{ m/s}^2$$

3.

(1) 質量： $1.03 \times 10^5 \text{ kg}$, 重量：172 kN

(2) ①：物体に働く浮力の合力（上向きの力）が作用する点のことであり，押しのけられた流体（水）の体積の重心と一致する．等．

②：開水路で等流の場合において水深が限界水深の時の勾配であり，これより勾配が緩やかであれば常流，急であれば射流．等

令和9年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏名

受験番号

問題番号：地盤工学1

(解答はこれより下に記入すること。)

すべての設問に答えよ。また、必要に応じて適切な仮定を設けよ。

(a) 以下に示す用語を50～150字程度で説明せよ。図を用いてもよい。

- ①塑性図
- ②パイピング
- ③体積圧縮係数
- ④掘抜き井戸

解答例

①液性限界と塑性指数の組み合わせで粘性土をさらにシルトと粘土に分類する方法があり、その分類のために用いる図を塑性図と呼ぶ。

②粘着力を持つ細粒土であっても、動水勾配が非常に大きくなると土の表面あるいは透水性小から大への急変部から土粒子が流出して孔を生じ、それが拡大して地盤全体の崩壊に至る。これを細粒土のパイピングという。

③ K_0 圧密中のある時刻において生じた粘土の鉛直ひずみ $\Delta\varepsilon$ と垂直応力の増加分 $\Delta\sigma$ の比 $\Delta\varepsilon/\Delta\sigma$ は体積圧縮係数とよばれ、沈下量の計算に用いられる。

④不透水層が地表面近くに存在し、その下の帯水層から揚水する目的で掘られた井戸は掘抜き井戸と呼ばれている。

(b) 締固め度 D_c の求め方とその利用方法について説明せよ。図を用いてもよい。

解答例

締固め度 D_c とは、現場で締め固めた土の乾燥密度が、室内締固め試験で得られた最大乾燥密度に対してどの程度であるかを示す指標である。次式で求められる。

$$D_c = \rho_d / \rho_{dmax} \times 100$$

ここで、 ρ_d は現場乾燥密度、 ρ_{dmax} は最大乾燥密度である。

締固め度は、盛土や路床などの施工品質を評価するために用いられる。一般に、規定された締固め度以上となるように施工管理を行い、地盤の強度増加や沈下抑制を図る。

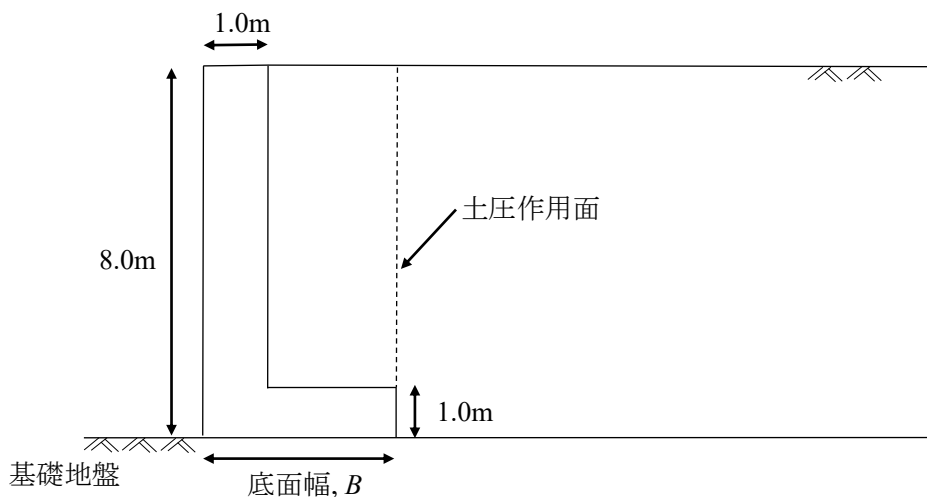
(c) 圧密試験の結果の整理に用いる $\sqrt{t}$ 法の手順とその目的について説明せよ。図を用いてもよい。

解答例

$\sqrt{t}$ 法では、各荷重段階で $d-\sqrt{t}$ 曲線を描き、実験曲線の初期の直線部分を延長して縦軸との交点を初期補正值 d_0 とし、その点から 1.15 倍の勾配をもつ直線と実験曲線との交点の座標値を、圧密度 $U=90\%$ に対する時間 t_{90} および沈下量 d_{90} とする。そして、 t_{90} の値を用いて圧密係数を算定する。

(d) 図のような、砂地盤を支えている L 型擁壁が水平な基礎地盤上にあるとき、その滑動安全率を 1.3 とするためには、擁壁の底面幅 B [m] をいくらにすればよいか。また、そのときの擁壁の転倒安全率を求めよ。

ただし、壁底面右端を通る鉛直面にランキン土圧が作用すると仮定する。また、砂のせん断抵抗角を 30° 、基礎地盤と擁壁の摩擦係数を 0.6、擁壁の単位体積重量を 24.0kN/m^3 、砂の単位体積重量を 18.0kN/m^3 とする。



解答例

ランキンの主働土圧係数 $K_a = (1 - \sin\phi) / (1 + \sin\phi) = (1 - \sin 30^\circ) / (1 + \sin 30^\circ) = 1/3$

主働土圧合力 $P_a = 0.5 * K_a * \gamma * H^2 = 0.5 * 1/3 * 18.0 \text{ kN/m}^3 * (8.0\text{m})^2 = 192 \text{ (kN/m)}$

擁壁重量

$W_{\text{retaining}} = \gamma * (7.0\text{m} * 1.0\text{m} + B\text{m} * 1.0\text{m}) = 24.0\text{kN/m}^3 * (7.0\text{m} * 1.0\text{m} + B\text{m} * 1.0\text{m}) = 168 + 24B \text{ (kN/m)}$

砂重量 $W_{\text{sand}} = \gamma * (B - 1.0)\text{m} * 7.0\text{m} = 18.0\text{kN/m}^3 * (B - 1.0)\text{m} * 7.0\text{m} = 126B - 126 \text{ (kN/m)}$

滑動安全率 $F_s = \mu * (168 + 24B + 126B - 126) / 192 = 0.6 * (42 + 150B) / 192 = 1.3$

$B = 2.49\text{m} \rightarrow 2.5\text{m}$

転倒安全率 $F_s = (0.5 * 1.0 * 8.0 * 24.0 + 1.75 * 1.0 * 1.5 * 24.0 + 1.75 * 1.5 * 7.0 * 18.0) / (8.0/3 * 192) = 0.956 \rightarrow 0.95$ (あるいは 0.96 でもよい)

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：地盤工学 2

(解答はこれより下に記入すること。)

すべての設問に答えよ。また、必要に応じて適切な仮定を設けよ。

(a) 以下に示す用語を 50～150 字程度で説明せよ。図を用いてもよい。

- ①サンドコンパクションパイル工法
- ②分割（スライス）法
- ③浅い基礎
- ④場所打ち杭

解答例

①サンドコンパクションパイル工法とは、軟弱地盤中に締め固めた砂杭（サンドパイル）を造成し、地盤を改良する工法である。ケーシングパイプを地中に貫入し、その中へ砂を投入して締め固めながら引き抜くことで、密実な砂杭を形成する。これにより、地盤の支持力増加、沈下抑制、液状化対策などの効果が得られる。

②分割（スライス）法とは、斜面の安定解析に用いられる方法であり、想定されるすべり土塊を鉛直方向に細かい帯状（スライス）に分割して、各スライスに働く力のつり合いから斜面全体の安全率を求める方法である。代表的な方法として、フェレニウス法やビショップ法などがある。

③根入れ比 D/B が大体 1 以下の基礎を浅い基礎という。ここで D は地表面から基礎スラブ底面までの根入れ長で、 B は基礎スラブの底面幅である。

④杭の設置位置で孔を掘削した後、孔内で鉄筋を組み立てまたは孔内に事前に組み立てた鉄筋かごを建て込み、コンクリートまたはモルタルを打設して造成する杭を場所打ち杭という。

(b) 一軸圧縮試験の結果の整理において、変形係数 E_{50} の求め方を説明せよ。また鋭敏比の求め方についても説明せよ。図を用いてもよい。

解答例

一軸圧縮試験における変形係数 E_{50} は、応力－ひずみ曲線を用いて求める。まず、試験結果から供試体の最大軸差応力 q_u を求める。次に、その 50% に相当する応力を求め、応力－ひずみ曲線上でその応力に対応するひずみ ε_{50} を読み取る。そして、原点とその点を結んだ直線の勾配を変形係数 E_{50} とする。すなわち、 E_{50} は、最大軸差応力の半分の応力時に

おける割線勾配として求められる。

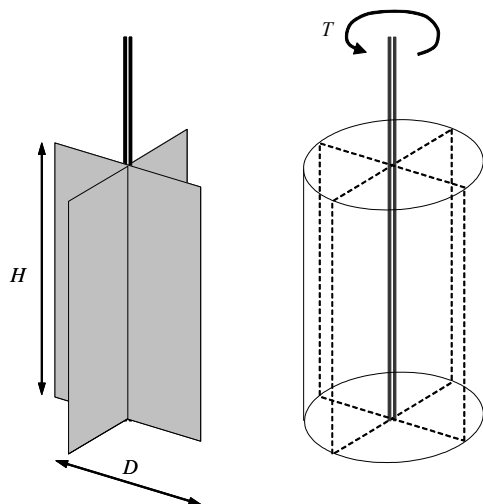
鋭敏比とは、乱さない状態の土と、十分に練り返して乱した状態の土との強度低下の程度を表す指標である。一般には、一軸圧縮試験によって求める。まず、乱さない状態の供試体について一軸圧縮強さを測定する。次に、同じ土を十分に練り返して構造を破壊した後、再び強度を測定する。そして、乱さない状態の強度を、練り返した後の強度で除した値を鋭敏比という。

(c) 液状化に対する安全率 $F_L = R/L$ の R と L はそれぞれ何を意味するかを説明せよ。また、 R の求め方の一つを簡単に説明せよ。図を用いてもよい。

解答例

液状化に対する安全率 $F_L = R/L$ において、 R は地盤が液状化に抵抗する強さを示す液状化抵抗比、 L は地震時に地盤に作用するせん断応力の大きさを示す地震時せん断応力比を意味する。一般に、 F_L が 1 より大きいと液状化しにくく、1 より小さいと液状化する可能性が高いと判断される。また、 R の求め方の一つとして標準貫入試験の N 値を用いる方法があり、 N 値を補正した後、経験式や設計基準の図表を用いて液状化抵抗比を求める。

(d) 飽和した粘土地盤に対し、下図のようにベーンせん断試験を実施した。粘土地盤が一樣に非排水せん断強さ s_u を発揮するとして、全幅（直径） D [m]、高さ H [m] のベーン（十字形の羽根）が回転したときの円柱状の側面および上下面での抵抗モーメントを求めよ。また、ベーンを回転させるトルク T [kN・m] の値から、粘土の非排水せん断強さ s_u を求める式を導け。



T : ベーンを回転させるトルク [kN・m]

D : ベーンの全幅 [m]

H : ベーンの高さ [m]

解答例

せん断応力が一樣に発揮されると仮定し、ロッドと地盤の摩擦によるトルクを T_f とすると次式により求められる。（摩擦 T_f を考慮しなくてもよい。）

側面での抵抗モーメント : $H \cdot D \cdot \pi \cdot s_u \cdot (D/2)$

上下面での抵抗モーメント : $\pi \cdot s_u \cdot D^3/6$

$$s_u = \frac{T - T_f}{\frac{\pi D^3}{6} + \frac{\pi D^2 H}{2}}$$

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：土木計画学 1

(解答はこれより下に記入すること。)

解答例

(1) 1) 四角形の 4 つの内角の和は 360° なので、 $\sum_i M_i = 360^\circ$

2) ラグランジュ関数を L とすると、以下の最小化問題となる。

$$\min L = \sum_i v_i^2 - 2\lambda\phi = \sum_i (M_i - X_i)^2 - 2\lambda(\sum_i M_i - 360^\circ)$$

$$3) \frac{\partial L}{\partial M_i} = 0, \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \text{ を解くと、} M_i = X_i + \frac{1}{4}(360^\circ - \sum_i X_i)$$

これに $X_A=82^\circ$ $X_B=105^\circ$ $X_C=121^\circ$ $X_D=50^\circ$ を代入すると

$$M_A=82.5^\circ \quad M_B=105.5^\circ \quad M_C=121.5^\circ \quad M_D=50.5^\circ$$

(2) 1) 観測値は Y 、推定値は $aX+b$ なので、残差二乗和 F は $F = \sum \{Y - (aX + b)\}^2$

$$2) F \text{ を } a, b \text{ で偏微分して} \quad \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial a} &= 2 \sum X^2 a + 2 \sum Xb - 2 \sum XY = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial b} &= 2 \sum Xa + 2 \sum b - 2 \sum Y = 0 \end{aligned} \quad \rightarrow \therefore \begin{aligned} \sum X^2 a + \sum Xb &= \sum XY \\ \sum Xa + \sum b &= \sum Y \end{aligned}$$

$$3) \text{ データの数値より、} 30a+10b=56, 10a+5b=18 \rightarrow a=2, b=-0.4 \therefore Y=2X-0.4$$

(3) 1) ガウスが導いた偶然誤差に関する性質であり、①絶対値が等しく正負が反対の誤差は等しい回数発生する、②絶対値の小さい誤差は絶対値の大きい誤差より多く発生する、③絶対値が非常に大きい誤差はほとんど発生しない、という 3 つの法則。

2) 地球上の各地点にかかる重力を考慮し、それに垂直な面で地球を覆った形状であり、海域では平均海水面、陸域では無数のトンネルを掘りそこに海水を引き入れたときの仮想的な平均海水面となる。

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：土木計画学 2

(解答はこれより下に記入すること。)

- (1) 分布交通量 (OD 交通量) を入力して、交通手段別の分布交通量を算出する手順である (各手段について、あるゾーンから別のゾーンに移動する交通量を算出する)。
説明変数：サービスレベル変数として、ゾーン間の各手段の所要時間や費用など。個人属性として、免許保有、車の利用可能性、年齢、就業形態など。ゾーン特性として、人口密度など。各区分に関わるその他変数でも可。
- (2) (ア) 携帯電話基地局データ：大サンプル (数千万人) でサンプルの偏りが小さいこと、空間解像度は一般に最小 250～500m メッシュ、時間解像度は最小 1 時間間隔程度であることから、中心市街地の滞留人口の連続 30 日間での把握が可能である。
(イ) プロブパーソン調査：アプリ等でモニタの移動記録を取得する調査であり、移動経路を 1 秒間隔など時間解像度が高く把握できる。移動目的・手段はアンケート等と紐づけて事後入力で補える。以上から、歩行回遊の詳細把握が可能である。
- (3) With-Without (有無) 比較は、同一の将来時点で「事業あり (With)」と「事業なし (Without: 反実仮想)」を設定し、その差を事業効果とみなす。これに対し Before-After (前後) 比較は、事業前と事業後という異なる時点を比べる。したがって With-Without は、人口増減などの外生的な時間変化が混入しやすい前後比較に比べ、同時点比較により事業の純効果を捉えやすい。

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

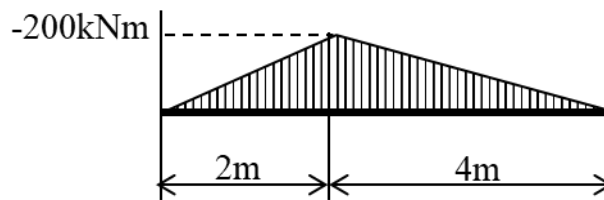
受験番号

問題番号：コンクリート工学 1

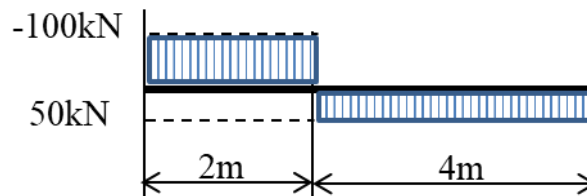
(解答はこれより下に記入すること。)

1.

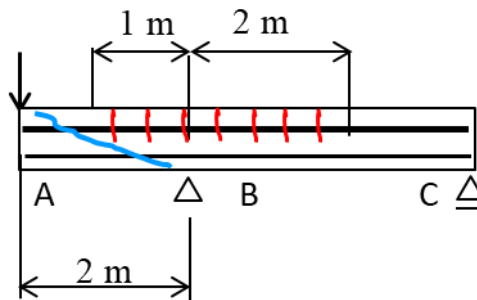
曲げモーメント図



せん断力図



よって、(1)と(2)の答えを一緒に示すと以下のような感じになる。



(3) (2)より AB 間がせん断スパン a . 「せん断スパン比」は有効高 d を用いて a/d で表される. 上図の場合 $a=2000\text{mm}$, $d=500\text{mm}$ なので, せん断スパン比 $a/d=4.0$.

2. 曲げ引張破壊

(1) $x = A_s f_y / (k_1 f_{ck} \beta b) = 4783 \times 295 / (0.85 \times 30.0 \times 0.8 \times 400) = 172.9148 \dots = 173 [\text{mm}]$

$$M_u = Tz = T(d - 0.4x) = 956.6 \times 5 \times 295 \times (600 - 0.4 \times x) = 748.95 \times 10^6$$

これは Nmm 単位なので, kNm に直して, (答) 749kNm

(2) 以下の通り, 現在の鉄筋ひずみは降伏ひずみを超えているので, 降伏していることを確認.

$$\epsilon_s = \frac{d-x}{x} \epsilon'_{cu} = \frac{600-173}{173} \times 0.0035 = 0.008639 > \frac{f_y}{E_s} = \frac{295}{200000} = 0.001475$$

(3) 釣合鉄筋比は以下の通り 4.8%

$$p_b = 0.85\beta \cdot \frac{f_{cd}'}{f_{yd}} \cdot \frac{\varepsilon_{cu}'}{\varepsilon_{cu}' + \varepsilon_y} = 0.85 \times 0.80 \times \frac{30.0}{295} \cdot \frac{0.0035}{0.0035 + 0.0015} = 0.0484067 \dots$$

実際の鉄筋比は、 $4783/400/600=0.019929\dots=0.020$ 2.0%

実際の鉄筋比が釣合鉄筋比よりも小さい（鉄筋が少ない）ので降伏していることを確認

令和 9 年度横浜国立大学都市科学部編入学試験解答用紙

学科：都市基盤学科

試験科目：専門科目

氏 名

受験番号

問題番号：コンクリート工学 2

(解答はこれより下に記入すること。)

1 (1) ア (2) ウ

2. (1) コールドジョイントとは、先に打ち込まれたコンクリートと、後から打ち込まれたコンクリートが十分に一体化しないまま硬化することで生じる打継ぎ不良である。

(2) ① 問題

暑中コンクリートでは、外気温や材料温度が高いため、コンクリート温度が上昇しやすい。その結果、スランプ低下や凝結の早期化が生じ、施工性が悪化する。また、水分の急激な蒸発によってプラスチック収縮ひび割れが発生しやすくなる。さらに硬化時の温度上昇によって温度ひび割れを招く場合がある。

② 解決法（対策）

対策としては、骨材や練混ぜ水を冷却する、打込み時間を早朝・夜間に変更する、直射日光を避けるなどの方法が用いられる。また、運搬時間を短縮し、適切な AE 減水剤や遅延剤を使用して施工性を確保する。さらに、打込み後は速やかに散水やシート養生を行い、急激な乾燥を防止することが重要である。

(3) AE 剤を用いると、コンクリート中に多数の微細で独立した空気泡（エントレインドエア）が形成される。これらの微細気泡は、骨材粒子やセメント粒子の間に「ボールベアリング」のような働きをし、粒子同士の摩擦を低減する。その結果、コンクリートの流動性が向上するため、同じ流動性を確保する場合でも必要な水量を減らすことができる。

(4) 通常のスランプ試験のようにスランプ値（高さの低下量）を測定するのではなく、スランプコーンを引き上げた後にコンクリートが自重でどの程度広がるかを測定する。試験では、平板上にスランプコーンを設置し、コンクリートを充填する。その後、コーンを鉛直方向に静かに引き上げると、コンクリートが流動して円形状に広がる。このとき、広がったコンクリートの直径を 2 方向で測定し、その平均値を「スランプフロー値」とする。（図省略）

3.

(1) バインダーの緻密化（水セメント比を小さくする、高炉スラグやフライアッシュなどをセメントの一部と置換する）、高炉スラグ混和による自由塩化物イオンの固定、エポキシ樹脂塗装鉄筋の採用、かぶりを厚くしておく、等。

(2) 飛沫滞。乾燥と湿潤が繰り返されるため、塩化物イオンがコンクリート内部へ浸透しやすい。鉄筋腐食には酸素の供給が必要であり、空気中に露出している時間が長い飛沫滞はこの条件に該当する。

(3) 硬化体の細孔中に含まれる水分の凍結膨張によってコンクリート内部からひび割れが発生し、凍結と融解の繰り返しによってひび割れが進展する現象。ポップアウトやスケーリングを生じる。

(4) まず凍結融解作用によって劣化・はく離したコンクリートをはつり取り、健全部まで除去する。次に、露出した鉄筋に腐食が見られる場合は防錆処理を行い、その後、ポリマーセメントモルタルなどの断面修復材を充填して断面を復旧する。最後に、表面含浸材や防水材を施工して水分浸入を抑制し、再劣化を防止する。